

UM MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO EM SISTEMAS DE MANUFATURA

Adrián G. R. Lucero

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica – Campus Universitário - CEP 88040-900. CP N°476, Florianópolis, SC, Brasil.

aglucero@grucon.ufsc.br

Abelardo Alves de Queiroz

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica – Campus Universitário - CEP 88040-900. CP N°476, Florianópolis, SC, Brasil.

abelardo@emc.ufsc.br

Bruno Evaristo de Souza

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica – Campus Universitário - CEP 88040-900. CP N°476, Florianópolis, SC, Brasil.

brunoaces@hotmail.com

Resumo. *Novas tecnologias e programas para melhoria de desempenho estão na agenda diária dos gestores industriais, o que gera a necessidade de contar com um bom sistema de medição de desempenho - SMD. Bom ou mau, toda empresa tem seu SMD em uso, mas como saber se é suficiente para identificar o desempenho real do sistema de manufatura, prever tendências futuras e, em última instância, saber se o sistema é viável no médio e longo prazo apoiando assim efetivamente o desempenho da empresa. Neste artigo apresenta-se um método para diagnóstico da medição de desempenho de sistemas de manufatura. A proposta é diagnosticar a saúde do sistema de medição em uso e os possíveis pontos de melhoria a partir de premissas desdobradas do conhecimento acumulado na disciplina gestão e medição do desempenho de organizações assim como as práticas relatadas de empresas classe mundial. O diagnóstico está baseado na aplicação integrada de várias técnicas usuais de estudos de caso como questionários estruturados, reuniões de consenso, observação e mapeamento de processos. Todas as técnicas foram preparadas para serem respondidas pelos gestores, supervisores e líderes de equipe responsáveis pelo sistema de manufatura. O modelo de desempenho por trás do diagnóstico é apresentado e explicado em detalhe. O carregamento dos dados, o processamento e a apresentação de resultados foram programados em um único aplicativo com o objetivo de acelerar o diagnóstico e facilitar a disseminação dos resultados na empresa. Os resultados apresentados em um relatório final poderão tornar-se a pedra fundamental para um re-projeto do SMD.*

Palavras-chave: *gestão da manufatura, sistemas de medição de desempenho, ferramentas de diagnóstico.*

1. INTRODUÇÃO

O interesse por desempenhar melhor tem transformado o tema em gestão e medição de desempenho em muito relevante nestes tempos, relevância que não é dada pela novidade já que empresas utilizam medidas de desempenho como parte de suas atividades de gestão diárias há muito tempo. Embora não se possa dizer que empresas não tenham um sistema de medição de desempenho em uso, pode-se questionar se é bom o suficiente para identificar o desempenho real do sistema de manufatura, se fomenta a melhoria e se cumpre com as características desejáveis para um moderno sistema de medição de desempenho.

Com o intuito de responder a estas e outras questões, neste artigo se apresenta um método para diagnóstico da medição de desempenho em sistemas de manufatura que forma parte de um método amplo para diagnóstico, projeto, implementação e uso de medidas de desempenho em sistemas de

manufatura. O diagnóstico tem o propósito de mostrar claramente para os gestores industriais quais as necessidades de melhoria e pontos de aprimoramento do sistema de medição de desempenho em uso, desta forma motivando-os a encontrar e consensar um propósito claro de melhoria da medição que leve ao sucesso de uma posterior implantação de novas medidas no chão de fábrica. Pois possíveis re-projetos do SMD nunca devem ser começados sem um propósito claro dos usuários interessados.

2. O SISTEMA DE MANUFATURA E O PROCESSO PRODUTIVO

O sistema de manufatura, sistema produtivo ou simplesmente produção é o arranjo físico de pessoas, equipamentos, procedimentos e materiais com o fim de originar os bens de empresas de manufatura, bens que são originados dentro do sistema de manufatura por meio de um dos macro-processos operacionais principais dentro de empresas de manufatura, o processo produtivo. A abordagem por processos para entender o funcionamento de um sistema de manufatura tem sido tão importante que foi incorporada decididamente na nova versão das normas ISO 9000:2000 de requisitos para o sistema de gestão da qualidade de uma organização. O item 0.2 da ISO 9001:2000⁽¹⁾ introduziu o conceito de abordagem por processo: “Esta norma promove a adoção de uma abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um sistema de gestão da qualidade para aumentar a satisfação do cliente pelo atendimento aos requisitos do cliente.”. Segundo esta norma uma atividade que usa recursos e que é gerenciada de forma a possibilitar a transformação de insumos em produtos pode ser considerada um processo. Frequentemente o produto de um processo é insumo para o processo seguinte.

Para entendermos mais o sistema de manufatura é necessário reconhecer que está formado por uma rede de fluxos de materiais, pessoas e informações, além dos recursos produtivos. Esta rede é a executora do processo produtivo. Ilustrar-se-á o conceito com um exemplo para a indústria metal-mecânica: basicamente um bem como um eixo é cortado, furado, desbastado e recebe o acabamento, logo é transportado até o estoque à espera de um tratamento térmico, tratado termicamente e se necessário mecanizado novamente para corrigir distorções geométricas; finalmente é liberado para o cliente. Essa seqüência de transformações, movimentações, esperas e inspeções que sofrem os materiais em transformação definem o **fluxo de materiais**. Já o fornecedor chega com um carregamento de insumos, se dirige ao recebimento, apresenta os documentos da carga, é avaliado pelo cliente, recebe ordem de descarregamento, descarrega e sai da fábrica. O operador prepara o torno para operar no eixo, fura, desbasta e acaba o eixo, se dirige ao almoxarifado de ferramentas em procura de uma ferramenta apropriada para usinagem de um novo eixo e inicia a preparação de uma outra máquina para iniciar o acabamento. Essas seqüências de ações realizadas pelos fornecedores e operadores formam parte do **fluxo de pessoas** - também chamado de fluxo de operadores/processos segundo Rother e Shook⁽²⁾. Em particular, esse operador começou suas operações devido a uma ordem de fabricação que chegou ao seu posto de trabalho originada no setor de Planejamento e Controle - PCP - ou originada pela necessidade do processo cliente, promovendo um fluxo de materiais empurrado ou puxado. Este é o **fluxo de informações** do sistema de manufatura.

Neste artigo se usa o termo sistema de manufatura, sistema produtivo ou produção indistintamente para referenciar à infra-estrutura e à rede de fluxos descrita que caracteriza o processo produtivo. A infra-estrutura está determinada pela tecnologia de equipamentos, instalações e habilidades da força de trabalho.

Na Figura 1 se apresenta um modelo para o sistema de manufatura:

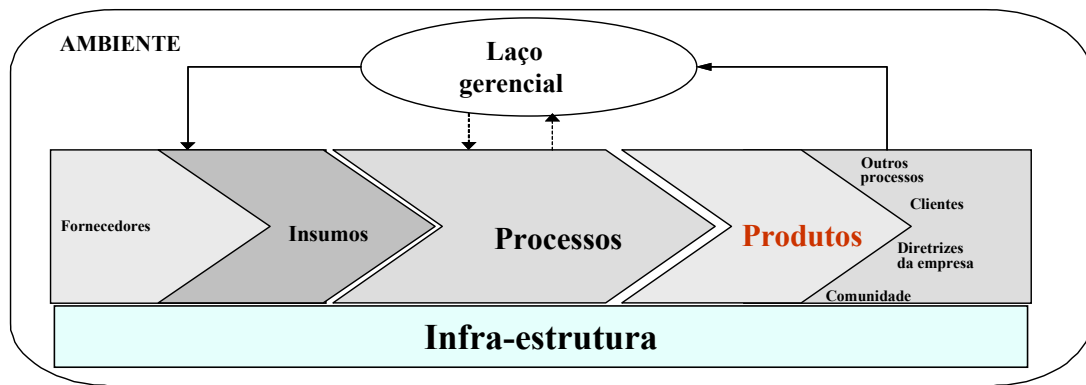


Figura 1. O sistema de manufatura.

São atividades típicas do sistema de manufatura segundo a APQC⁽³⁾:

- Planejar e adquirir recursos necessários
- Selecionar e certificar fornecedores
- Comprar bens de capital
- Comprar materiais e insumos
- Adquirir tecnologia apropriada
- Converter recursos ou *inputs* em produtos
- Desenvolver e ajustar o processo de entrega da produção
- Programar produção
- Movimentar materiais e recursos
- Fabricar produtos
- Embalar produtos
- Armazenar ou estocar produtos
- Encaminhar produtos para entrega
- Gerenciar os processos de produção
- Documentar e inspecionar estado das ordens
- Gerenciar estoques
- Assegurar qualidade dos produtos
- Programar e realizar manutenção

3. DESDOBRAMENTO DE MEDIDAS DE DESEMPENHO PARA O SISTEMA DE MANUFATURA

Os dois mecanismos básicos para desdobrar medidas de desempenho para o sistema de manufatura são:

- Medidas desdobradas a partir da estratégia da empresa; e
- Medidas desdobradas em função da excelência operacional do sistema de manufatura.

O primeiro desdobramento pode identificar processos novos, implementação de inovações e formas diferentes de realizar atividades dentro do sistema de manufatura para contribuir à estratégia da empresa. Note-se que é saudável implementar diferentes estratégias para diferentes mercados alvo e sendo assim, de acordo com Bititci^{(4) (5)} pode considerar-se a empresa conformada por diferentes unidades de negócio. Segundo o mesmo autor o desempenho de um sistema de manufatura só pode ser avaliado em função da contribuição da produção para a estratégia de cada unidade de negócio.

Uma proposta de classificação de diferentes unidades de negócio é apresentada na Figura 2:

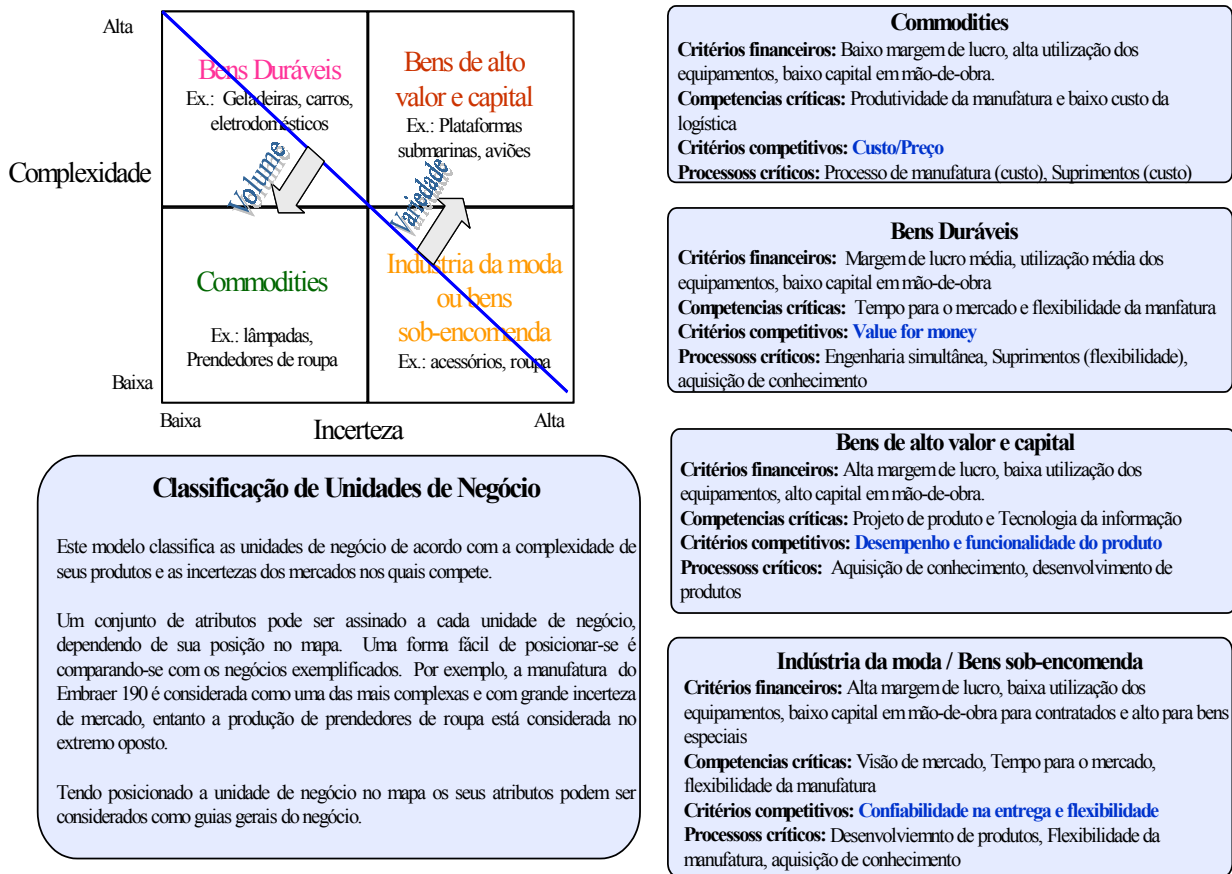


Figura 2. Classificação de unidades de negócio segundo os eixos complexidade do produto-incerteza do mercado. Adaptado Bititci^{(4) (5)}.

O outro mecanismo importante para desdobramento de medidas de desempenho é o desdobramento a partir dos requisitos de excelência operacional para o sistema de manufatura. Quando se fala em excelência operacional se fala das dimensões eficiência e adaptabilidade do sistema. Em particular, eficiência é o caminho da melhoria contínua da qualidade, redução dos tempos de ciclos e custos, além de ganhos de produtividade. Gestores do sistema de manufatura têm a obrigação de oferecer melhorias na excelência operacional.

Estes dois desdobramentos se complementam, atacando o primeiro a dimensão **eficácia** e o segundo a dimensão **excelência operacional** do sistema de manufatura. De acordo com Kaplan⁽⁶⁾ pode-se dizer que o desdobramento de medidas a partir da estratégia pode levar ao reconhecimento da contribuição do sistema a um processo de negócio inteiramente novo, tornando-o eficaz. Enquanto o desdobramento a partir da excelência deveria levar a uma melhoria contínua dos critérios de desempenho: qualidade, confiabilidade na entrega, velocidade, flexibilidade e custos. A excelência operacional do sistema de manufatura inclui as medidas técnicas de controle da variabilidade de processos componentes do sistema que são o foco da gestão da rotina e a base da excelência de qualquer empresa de manufatura.

4. O DIAGNÓSTICO - MÉTODO

O diagnóstico é desenhado para atuar no mundo real de empresas que podem estar situadas em diferentes níveis ou estágios de desenvolvimento na medição de seu desempenho. Neste trabalho se agrupam as empresas em três estágios de evolução de seu sistema de medição de desempenho:

- 1º estágio – SMD baseado em medidas financeiras globais desdobradas por departamentos;
- 2º estágio – SMD baseado em medidas financeiras, de qualidade, de tempos de ciclos e volume de produção desdobradas por departamentos;

3º estágio – SMD baseado em medidas de qualidade, de confiabilidade, de tempos de ciclos, de flexibilidade, de custos e moral dos funcionários desdobradas por processos e relacionadas formalmente; incluindo o processo produtivo, além de outros processos como projeto de produto, vendas, etc.

Destes três estágios apenas o terceiro pode ser considerado adequado de acordo com as práticas consideradas de excelência para medição de desempenho de sistemas de manufatura, sendo esta a base conceitual por trás do diagnóstico do sistema de medição. Procura-se com o diagnóstico:

1. Saber se o sistema atende às expectativas de controle e melhoria por parte dos gestores e supervisores da produção;
2. Trazer informação sobre práticas da empresa que podem ser facilitadoras de desenvolvimento de medidas para o sistema de manufatura.
3. Trazer informações sobre práticas de medição usuais das empresas;
4. Avaliar as necessidades pontuais para processos e operações de produção críticas dentro do sistema de manufatura.

O diagnóstico é feito por meio de técnicas usuais de estudo de caso, isto é, questionário estruturado, reunião grupal para consenso, visita às instalações, mapeamento de processos, e análise de documentação da empresa. Está organizado em quatro módulos:

Módulo I: este módulo foi projetado para saber se as pessoas das diferentes hierarquias e dos diferentes setores relacionados à produção estão satisfeitas com a eficácia do sistema de medição, assim como avaliar as suas prioridades estratégicas. O questionário é uma adaptação do *Performance Measurement Questionnaire* apresentado em Dixon *et alli*⁽⁷⁾, uma ferramenta pioneira e bem sucedida de diagnóstico sobre medição de desempenho. Uma parte do questionário está representado na Tabela 1:

Tabela 1. PMQ modificado. Adaptado Dixon *et alli*⁽⁷⁾.

Importância do fator para a empresa					FATOR	Mede-se de acordo a sua importância?					Quão efetivas são as medidas?				
Nenhuma → Grande						Não	Sim					Pouco → Muito			
1	2	3	4	5	Confiabilidade dos produtos em serviço	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Qualidade interna (refugos e re-trabalhos)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Custos de garantia	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Controle da variação dos processos	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Tempos de atravessamento da produção (leadtimes)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Produtividade	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Utilização do equipamento	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Tempos de ciclo	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Entregas no prazo	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	Satisfação dos funcionários	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Neste módulo se avalia a integridade do sistema de medição de desempenho, trazendo informação sobre os principais objetivos de desempenho para os gestores do sistema de manufatura. Em particular se os objetivos são medidos de acordo a sua importância e se as medidas são eficazes para a tomada de decisão e a ação na linha de frente executora.

Módulo II: neste módulo se trabalha sobre o questionário de medição de performance que foi desenvolvido para ser respondido em consenso por um grupo diagonal – multi-hierárquico e multifuncional - composto por gerentes e supervisores dos diferentes setores da empresa em um grupo de no mínimo cinco pessoas e que não exceda das dez pessoas. A reunião para alcançar consenso deve ser guiada de preferência por dois facilitadores e seguindo um questionário baseado em cenários crescentes de boas práticas para a medição de desempenho da manufatura, práticas de cultura e liderança, de procedimento e de tecnologia de informação que facilitam o desenvolvimento de medidas de desempenho. As características facilitadoras de desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho indagadas por meio deste módulo do Diagnóstico estão divididas em três grandes áreas de análise:

Quadro 1. Práticas da empresa que facilitam desenvolvimento de SMD. Elaborada pelo autor.

Práticas gerenciais que facilitam desenvolvimento de SMD												
Cultura e papel da manufatura na empresa						Procedimentos da operação		Tecnologia de Informação da empresa				
Integração departamental	Estratégia para a produção negociada	Contribuição da produção para a estratégia da empresa	Ambiente participativo no desenvolvimento de metas da empresa	Orientação para o cliente (visão por processo)	Postura para a mudança	Certificação e uso da ISO 9001	Uso de procedimentos e padrões na rotina de trabalho	Sistemas de informação gerencial integrados e em uso	Plataforma ERP para o sistema de informação da empresa	Tecnologia de coleta de dados	Informatização do sistema de medição de desempenho em uso.	Flexibilidade do Sistema de Informação

Os facilitadores do diagnóstico são os encarregados de questionar o grupo de trabalho e por meio de consenso posicionar a empresa em algum dos cenários, podendo posicionar em cenários intermediários. A Figura 3 mostra um exemplo de uma das quinze (15) questões presentes no questionário:

Q11	Desenvolvimento de indicadores	Quais os principais indicadores de desempenho para o sistema de produção. Como os principais indicadores de desempenho são classificados, integrados e correlacionados? Apresentar os principais indicadores do desempenho.		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	
	Indicadores de custos diretos e indiretos, assim como produtividade da força de trabalho.	Alguns indicadores de processos, custos e qualidade, porém sem relacionamento formal.	Indicadores desdobrados da estratégia para atender as necessidades dos clientes para os critérios da excelência operacional: qualidade, flexibilidade, velocidade, entrega e custos. Relacionados, formalizados e disseminados. Separação entre indicadores de resultados e direcionadores.	
Observações:				

Figura 3. Exemplo de pergunta em questionário baseado em cenários. Elaborada pelo autor.

Módulo III: consistente em um roteiro planejado de visita às instalações e observação de documentação sobre medidas de desempenho onde se avalia a presença de medidas de desempenho consideradas chave na prática atual de medição de desempenho, se avalia a disseminação dessas medidas, a sua abrangência e a sua qualidade; isto segundo uma lista de checagem desenvolvida como parte da pesquisa. A lista aborda as características técnicas das medidas chave, divididas em quatro grandes áreas: Medição, Uso, Disseminação e Qualidade (Figura 4):

Indicador	Medição			Uso		Disseminação		Qualidade		
	Não	Pontos críticos	Amplamente	Ocasionalmente	Regularmente	Restrita	Amplamente	Baixa	Média	Alta
CEP para os principais processos		X			X	X			X	
Prazo de entrega aos clientes			X	X		X				X
Prazo de entrega dos fornecedores		X		X		X				X
Segurança e satisfação dos funcionários		X		X			X		X	
Refugos		X			X		X	X		
Retrabalho		X			X		X		X	
Custos de refugo e retrabalho	X									

Figura 4. Parte da lista de checagem para visita às instalações e acesso a documentação sobre medidas de desempenho. Elaborada pelo autor.

Módulo IV: neste módulo se faz um mapeamento de processos, em particular a técnica do estado atual do fluxo de valor do sistema de manufatura apresentada por Rother e Shook⁽²⁾ para encontrar os processos produtivos críticos do sistema na agregação de valor aos produtos. Esta técnica foi escolhida por ser a mais gráfica, genérica e promotora de sistemas de manufatura enxutos das técnicas conhecidas. O mapeamento de processos tem por objetivo conhecer suficientemente o sistema de manufatura, a tal ponto de permitir analisar a possibilidade de aprimorar medidas de controle da variabilidade e vantagens de operar os processos críticos centrados. Também deve oferecer a sinalização de quais as áreas críticas para começar com um desenvolvimento piloto. Este módulo é uma segunda etapa dentro do método de diagnóstico que permitirá oferecer um plano de ação para projeto e implementação de medidas.

O objetivo de usar as técnicas variadas distribuídas nos módulos apresentados é poder fazer um cruzamento de informação e enriquecer a análise dos resultados.

5. O DIAGNÓSTICO – RESULTADOS

Com os dados coletados e analisados, o diagnóstico está suficientemente sistematizado para oferecer saídas gráficas que retratem o panorama da medição de desempenho do sistema de manufatura da empresa. A análise está organizada da seguinte maneira Figura 5:

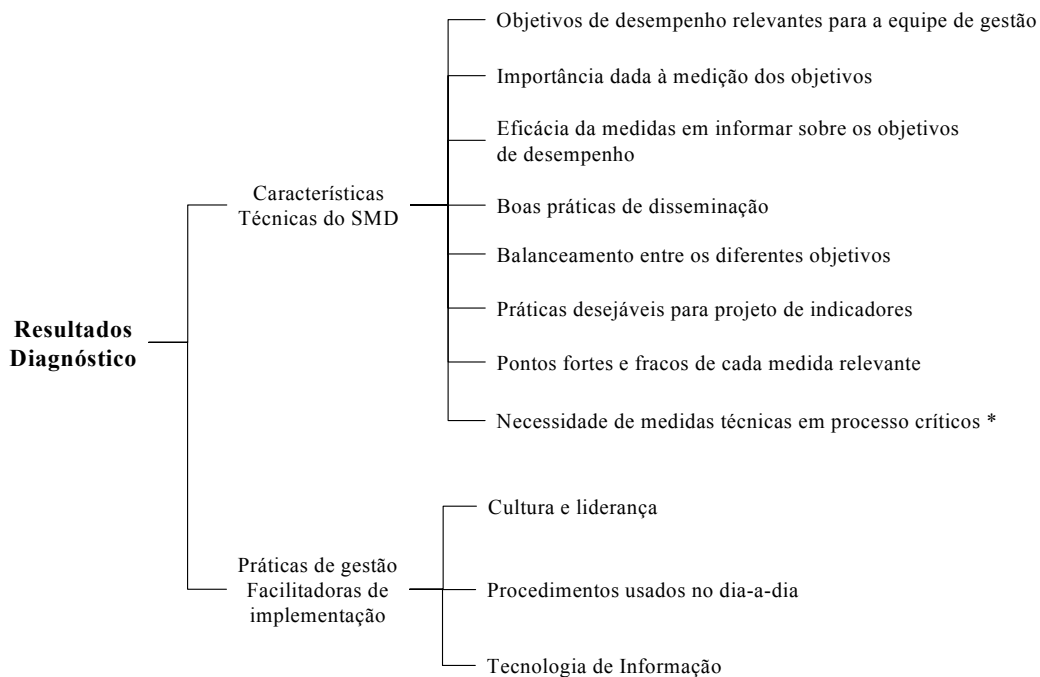


Figura 5. Análises realizadas no diagnóstico. Elaborada pelo autor.

O diagnóstico está projetado para ser conduzido em duas sessões de trabalho, uma na qual os módulos I a III são executados e uma outra sessão para mapear o fluxo de valor e reconhecer a necessidade de medidas técnicas de desempenho dos processos – módulo IV. Resultados e um relatório podem ser dados no prazo de duas semanas.

Para conseguir representar gráficos numéricos os cenários foram projetados para representar uma escala gradativa linear variando entre 20% a 100% para os cenários 1 a 3 da reunião de consenso e também de 20% a 100% para as notas 1 a 5 do PMQ adaptado do módulo I. Estes resultados, junto à pontuação estabelecida pela lista de checagem, são processados rapidamente no software desenvolvido como parte do método. Na Figura 6 são mostrados os resultados da análise das práticas facilitadoras divididas entre práticas de Cultura e liderança, Procedimentos para a operação e Tecnologia de informação:

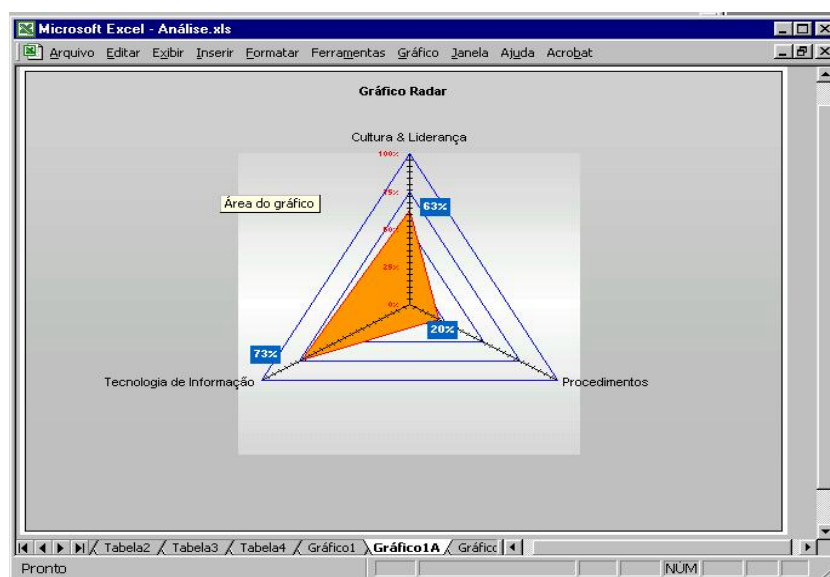


Figura 6. Relação entre Práticas facilitadoras para um desenvolvimento de medidas de desempenho.

Já a Figura 7 mostra a consolidação dos dados dos objetivos de desempenho importantes para a equipe gerencial:

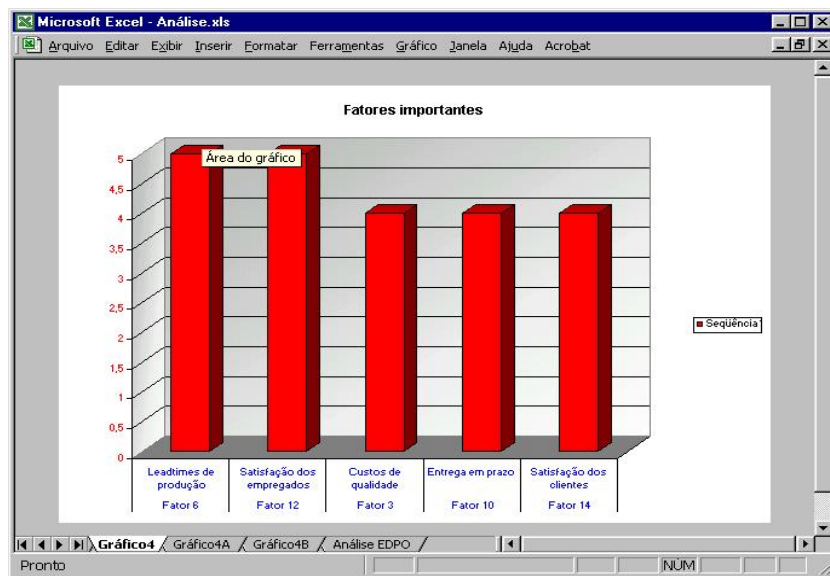


Figura 7. Objetivos de desempenhos considerados relevantes.

O software foi desenvolvido por programação em Visual Basic, aproveitando todos os recursos de comunicação que esta linguagem possui com o pacote Office. Desta forma pretende-se facilitar a implantação em empresas de pequeno e médio porte já que conforme o Manual FPNQ⁽⁸⁾ os sistemas de medição de desempenho existentes em empresas não se caracterizam por estar em um ambiente altamente computarizado.

A interface com o usuário do aplicativo desenvolvido se mostra na figura a seguir:

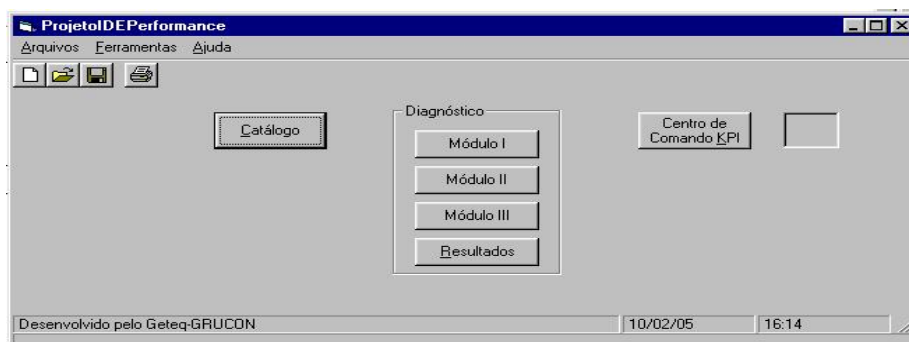


Figura 8. Módulo inicial do software para tratamento de dados.

6. CONCLUSÕES

Neste artigo foi apresentada e explicada uma ferramenta de diagnóstico da saúde da medição de desempenho em sistemas de manufatura de empresas. Pretende-se com ele ajudar às empresas a reconhecer claramente a necessidade de mudança na sua medição de desempenho, chave para um bem sucedido desenvolvimento de medidas de desempenho.

Este diagnóstico é realizado em duas instâncias, primeiro um diagnóstico amplo das medidas gerenciais do sistema de manufatura, depois um diagnóstico das medidas dos processos críticos internos ao sistema de manufatura que podem trazer melhoria nas operações da rotina.

A ferramenta de diagnóstico está sendo refinada atualmente em um piloto desenvolvido numa empresa do setor de equipamentos para a área da saúde do Estado de Santa Catarina.

7. REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9001:2000**. Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos, 2000.
2. ROTHER, M. SHOOK, J. Aprendendo a enxergar - LEAN Enterprise INSTITUTE, INC. Lean Institute Brasil, 2003.
3. APQC's International Benchmarking Clearinghouse. Process Classification Framework, 1991 [Cited 25 September, 2002] Available from Internet: http://www.numa.org.br/download/Desenv_Produto/framewrk.pdf
4. BITITCI, Integrated Performance Measurement System Reference Model version 2.4. **Documento de comunicação interna**, Recebido, Abril de 2002a.
5. BITITCI, U. S. Integrated performance measurement systems: an audit approach - Part 1: The Competitive Business Structure, **IOM Control Magazine**, v.28, nº1, February 2002b. Available in Internet <http://194.242.155.146/~iom/assets/200202_18a.pdf>
6. KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação – Balanced Scorecard**. Editora Campus. Rio de Janeiro, 1997.
7. DIXON, J. R., NANNI, A. J., VOLLMAN, T. E. **The new performance challenge – measuring operations for world class competition**. IL: Dow Jones – Irwin, 1990.
8. FUNDAÇÃO PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE – FPNQ. **MANUAL DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO**. 2001.

8. ABSTRACT

Abstract. *New technologies and programs for performance improvement are in the daily industrial managers agenda. Performance improvement means to have a good system of performance measurement system - PMS. Good or bad, all company have its proper PMS in use, the question is to know if it is enough to identify the real performance of the manufacturing system, to foresee trends, to know if the system is viable in the medium and long run thus supporting effectively the performance of the company. In this article a method for diagnosis of manufacturing performance measurement systems is presented. The proposal is to diagnosis the health of the measurement system in use and the possible points of improvement from unfolded premises of the knowledge accumulated in discipline management and measurement of the performance of organizations as well as companies with world class standards. The diagnosis is based on the application of several usual techniques of case studies as structuralized questionnaire, group interview, observations and mapping of processes. All the techniques had been prepared to be answered for the managers, supervisors and team leaders of the manufacturing system. The model of performance for backwards of the diagnosis is presented and explained in detail. The results presented in a final report will be able to become the lime stone for a re-project of the PMS.*

Keywords: *Performance Measurement Systems, Manufacturing Management.*